



Interaction between groundwater and saline surface water in alluvial aquifers of ephemeral coastal streams, north-east of Tunisia

著者	Chekirbane Anis
内容記述	Thesis (Doctor of Environmental Studies)--University of Tsukuba, (A), no. 6538, 2013.3.25 Includes bibliographical references (leaves 98-110)
発行年	2013
URL	http://hdl.handle.net/2241/120672

氏 名 (本籍)	シキルビン アニス (チュニジア)		
学 位 の 種 類	博 士 (環 境 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 6538 号		
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科		
学 位 論 文 題 目	Interaction Between Groundwater and Saline Surface Water in Alluvial Aquifers of Ephemeral Coastal Streams, North-east of Tunisia (チュニジア北東沿岸部の沖積帯水層における地下水と地表水との交流関係)		
主 査	筑波大学教授	博士 (理学)	辻 村 真 貴
副 査	筑波大学名誉教授	理学博士	田 瀬 則 雄
副 査	筑波大学教授	工学博士	宮 本 邦 明
副 査	筑波大学教授	工学博士	福 島 武 彦

論 文 の 内 容 の 要 旨

地中海沿岸の半乾燥域である北アフリカは、温暖化にともない乾燥化のリスクが最も懸念されている地域の一つであり、当該地域の水資源問題は一地域の課題にとどまらず、地球規模で共有すべき普遍的課題である。しかしながら、当地域において地表水－地下水連続系を一連の水循環プロセスとして捉え、フィールドにおける観測・解析を行った研究事例は少なかった。

本論文はこのような視点から、半乾燥地域である北アフリカ、チュニジアの北東沿岸域における沖積層からなる地下水帯水層と、塩類汚染地表水との水文学的な交流関係を解明し、併せて処理水を利用した人工地下水涵養による汚染地下水の回復過程を数値モデルにより再現・予測し、地下水資源環境の修復について提言を行ったものである。

対象地域では現在稼働していない油採掘プラントがあり、そこから排出された高塩分排水により、地下水の汚染が生じているとともに、灌漑を目的とした揚水と地下水位低下にともない、淡水地下水への海水の浸入が発生している。本論文では、地表水、地下水の水文観測、サンプリング、地中の比抵抗探査等を行うとともに、水の無機溶存成分濃度、水素・酸素安定同位体比分析・解析を実施した。さらに、数値モデリングを行い、対象地域における現状の地下水流動系、汚染状況、海水浸入状況を再現するとともに、モデル上で処理水による人工涵養を行い、人工涵養の量と質が地下水環境の回復に果たす役割を検討した。

対象地域の上流域においては、地下水が河川へ流出する一方で、下流域では河川によって地下水が涵養されていることが、地下水位の空間分布解析と河川流量の水文観測により示された。また、河川水および地下水の無機溶存成分、安定同位体解析、および地中の比抵抗探査により、中流部および下流部の地下水に、高塩分濃度帯が認められた。中流域における高塩分濃度帯は、油採掘プラントの排水によるもの、下流域におけるそれは、海水浸入によるものであると判断された。地下水の起源を特定するために、End Member Mixing Analysis (端成分混合解析) を適用し、浅層地下水における油田排水、住宅地排水、深層地下水の占める割合を算出した。併せて、地下水の高塩分濃度帯における油田排水と海水の影響を同定した。

水文観測結果、同位体・水質組成、比抵抗探査等の現地調査をもとに構築した、対象地域における地下水

流動系の概念モデルを、数値モデルにより検討した。その結果、油田プラントからの塩類汚染排水と海水浸入による、浅層地下水における高塩分濃度域の空間分布と、上流から下流に向かう地下水流動経路が、3次元的に良好に再現された。そして、油採掘プラント起源の高塩分汚染地下水は、現状の地下水流動系が継続すれば約5年後に自然の希釈により解消されるが、海水浸入による高塩分濃度地下水域は、海岸線から1.3 kmまでの範囲に拡大し、少なくとも30年以上にわたり、存続するものと予想された。

これに対処するために、住宅域起源の処理排水を用いた人工涵養を施す数値実験を行った。海岸近傍に浸透池を設け、そこから処理排水を浸透させ地下水を涵養することにより、海水浸入による地下水の高塩分濃度域拡大が、最速3年間で緩和される効果が示された。複数のケースを試行実験し、人工涵養に用いる処理排水において、比較的涵養・希釈効果の高い溶存成分濃度レベルと、涵養量とが示された。

本論文により、対象地域における地表水－地下水連続系の循環プロセスの実態と、塩類汚染物質の地下水における輸送動態が明らかにされた。さらに、現象理解に加え、現地の状況を考慮した、処理水による人工涵養の可能性が提示され、海水浸入にともなう地下水における塩水化の緩和効果が検証された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、地球規模課題の一つである水資源リスクの最も高いと言われる、北アフリカのチュニジア北東部沿岸域を対象とし、従来研究事例のきわめて少ない、地表水－地下水連続系の水循環プロセスの実態と、北アフリカ沿岸域では普遍的に生じている、淡水地下水への海水浸入の動態を、精緻な現地観測と水試料の高精度化学分析・解析により解明したもので、水文科学的、水資源学的に高く評価される。さらに、現象の理解にとどまらず、現地の社会状況を考慮した上で、住宅域起源の処理排水を用いた人工涵養による海水浸入の緩和を提案するとともに、数値実験により、浸透池からの処理排水の浸透にともなう人工涵養により、海水浸入起源の地下水の高塩分濃度がどの程度緩和されるかを、処理排水の溶存成分濃度と浸透池の面積を変えた複数のケースについて検討・検証し、最適な処理排水濃度と浸透面積の組み合わせを提示したことは、水環境学的、応用水文学的にも高く評価される。

平成25年1月25日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。